

Beitrag zur Frage der Art- und Rassenunterschiede  
bei der fischpathogenen Pilzgattung Ichthyosporidium  
Caullery & Mesnil, 1905

Hugo Herkner

1961



Aus dem Zoologisch-Parasitologischen Institut der  
Tierärztlichen Fakultät der Universität München  
Vorstand: Professor Dr. H. Liebmann

---

BEITRAG ZUR FRAGE DER ART- UND RASSENUNTERSCHIEDE BEI  
DER FISCHPATHOGENEN PILZGATTUNG *ICHTHYOSPORIDIUM*  
CAULLERY & MESNIL, 1905

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität  
München

von  
Hugo Herkner  
aus  
München

1961

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Universität München

Dekan: Professor Dr. A. Meyn

Referent: Professor Dr. H. Liebmann

Tag der Promotion: 26. Juli 1961



Die im Text erwähnten Abbildungen 1a, 2a, 3a, 4a, 5a, 6a befinden sich in der Originalarbeit und können in der Bibliothek der Tierärztlichen Fakultät der Universität München eingesehen werden.

M e i n e n l i e b e n E l t e r n



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

# INHALTSVERZEICHNIS

|                                                                                                 | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| I. Einleitung: Pilze als Krankheitserreger                                                      | 1     |
| II. Zur Kenntnis der Gattung Ichthyosporidium<br>Caulley & Mesnil, 1905 (an Hand der Literatur) | 2     |
| III. Eigene Untersuchungen                                                                      | 10    |
| A. Material und Methodik                                                                        | 10    |
| B. Übertragungsversuche                                                                         | 13    |
| 1) der "Meeresform" auf                                                                         |       |
| a) Kaltwasserfische         )                                                                   | 14    |
| b) Warmwasserfische        )                                                                    | 16    |
| ) des Süßwassers                                                                                |       |
| 2) der "Süßwasserform" des                                                                      |       |
| a) Kaltwassers               )                                                                  | 17    |
| b) Warmwassers              )                                                                   | 18    |
| ) auf Meeresfische                                                                              |       |
| 3) der "Warmwasserform" auf Kaltwasserfische                                                    | 18    |
| 4) der "Kaltwasserform" auf Warmwasserfische                                                    | 20    |
| IV. Besprechung der Ergebnisse und Schlußfolgerungen                                            | 24    |
| V. Zusammenfassung                                                                              | 28    |
| VI. Literaturverzeichnis                                                                        | 30    |
| Lebenslauf                                                                                      | 35    |



## I. EINLEITUNG

### PILZE ALS KRANKHEITSERREGER

Aus dem Pflanzenreich stellt die Gruppe der Pilze zahlreiche Vertreter mit parasitierender Lebensweise. Viele Pilzkrankungen sind heute bei Mensch, Tier und Pflanze bekannt. Bei den im Wasser lebenden Formen besitzt vor allem die Klasse der Algenpilze (Phycomycetes) Arten von hoher Pathogenität. Man denke nur an den Erreger der Krebspest, der in kurzer Zeit, seuchenartig auftretend, die Bestände des Deutschen Edelkrebsses in Mitteleuropa fast aussterben ließ. Ein ebenfalls wasserbewohnender Algenpilz ist *Ichthyosporidium*, der unter den Fischen erhebliche Verluste verursacht. Während ersterer als Krankheitserreger bis heute nur beim Deutschen Edelkrebs gefunden wurde und dort vornehmlich Haut und Nervensystem befällt, zeichnet sich letzterer durch eine große Anpassungsfähigkeit aus. *Ichthyosporidium* wurde bisher aus zahlreichen Meer- und Süßwasserfischarten verschiedenster Gattungen aus Europa und Amerika beschrieben und sein Vorkommen in den verschiedensten Organen seiner Wirte festgestellt. Bei diesem ausgedehnten Vorkommen taucht natürlich unwillkürlich die Frage auf, ob es sich dabei jeweils um mehrere Arten oder immer nur um ein und denselben Organismus mit verschiedenen, umweltangepaßten Rassen handelt. Diese Frage, zu deren endgültiger Klärung jahrelange Studien notwendig sein werden, ist bei *Ichthyosporidium* noch zu beantworten.

Von Herrn Professor Dr. Liebmann wurde mir daher die Aufgabe übertragen, Untersuchungen zur Frage der Art- und Rassenunterschiede bei *Ichthyosporidium* anzustellen. An Hand von Übertragungsversuchen soll dabei nachgewiesen werden, ob sich die "Meeresform" in die "Süßwasser-", die "Warmwasser-" in die "Kaltwasserform" und umgekehrt überführen läßt.

## II. ZUR KENNTNIS DER GATTUNG *ICHTHYOSPORIDIUM*

CAULLERY & MESNIL, 1905 (an Hand der Literatur)

Im Jahre 1893 veröffentlichte B. HOFER erstmalig Beobachtungen über einen Parasiten, den er für die "Taumelkrankheit" bei Forellen (*Salmo trutta* f. *fario* L.) verantwortlich machte. Er fand kugelige Gebilde im Herz, in der Leber, Niere und Muskulatur sowie im Gehirn, die er für Sporentierchen hielt, ohne sich jedoch über die Zugehörigkeit endgültig festzulegen.

1905 berichteten die beiden Franzosen M. CAULLERY und F. MESNIL vom Auftreten eines ähnlichen Parasiten aus dem Seewiesel (*Motella mustela* L.), dem Scheibenbauch (*Liparis vulgaris* Flem.) und einem Lippfisch (*Crenilabrus melops* L.). Sie fanden ovale und runde, dünnwandige Gebilde, viele ein- und zweikernige Formen und beobachteten Plasmateilung. Beide Autoren ordneten den beschriebenen Parasiten den Haplosporidien zu und gaben ihm den Gattungsnamen *Ichthyosporidium*. Sie benannten dabei den bei *Motella mustela* L. und *Liparis vulgaris* Flem. hauptsächlich in den Eingeweiden gefundenen Erreger *Ichthyosporidium gasterophilum*, den vom gleichen Fundort stammenden Parasiten aus *Crenilabrus melops* L. *Ichthyosporidium phymogenes*.

J. JOHNSTONE, England, fand 1906 bei Schollen (*Pleuronectes platessa* L.) schwere, durch einen Pilz verursachte Leber- und Niereninfektionen. Seine Annahme, daß es sich um einen Pilz handelt, den er zur Gattung *Conidiobolus* zählen möchte, beruht auf der Beobachtung von Mycel, Conidiophoren und doppelwandigen Ruhesporen.

M. ROBERTSON beschreibt einen ähnlichen Parasiten 1906 aus der Flunder (*Platichthys flesus* L.) und 1909 aus einer Meerforelle (*Salmo trutta* L.). Sie berichtet über hyphenkörperähnliche Wachstumsstadien, runde und gelappte, manchmal Plasmateilung aufweisende Formen sowie von doppelwandigen Zysten. Sie betrachtet ihn als zu *Ichthyosporidium* Caullery & Mesnil gehörig, gibt jedoch nach N. SPROSTON (1947) bei einer späteren Überprüfung von Makrelenmaterial die Identität beider Formen zu.

Die beiden Franzosen A. LAVERRAN und A. PETTIT fanden 1910 weiße, punktförmige Gebilde in Herz, Leber, Blindsäcken und Gehirn von Regenbogenforellen (*Salmo irideus* W. Gibb.). Sie beobachteten doppelwandige Zysten sowie bläschenförmige, mit einem punktförmigen Nukleolus versehene Kerne. Beide rechneten den gefundenen Parasiten ebenfalls vorläufig zu den Haplosporidien,

entdeckten jedoch bereits Anzeichen pflanzlicher Verwandtschaft.

M. PLEHN und K. MULSOW, die 1911 diesen Erreger wiederum bei Salmoniden festgestellt hatten, konnten durch Kultur des fraglichen Organismus in Gelatine und Bouillon seine pflanzliche Natur nachweisen. Sie fanden den Parasiten in vielen Leibeshöhlenorganen und entdeckten große Zysten, die in ihrem Innern wiederum eine verschiedene Anzahl von kleineren, abgekapselten Körpern enthielten. Beide Autoren reihen den Erreger zu den Phycomyceten nahe den Chytridiidenein und nennen den Pilz *Ichthyophonus hoferi*. Sie stellten dabei, wie A. PETTIT 1913 betonte, in einer unzulässigen Weise ein neues Genus auf. A. PETTIT korrigierte die Benennung auf *Ichthyosporidium hoferi* (PLEHN et MULSOW).

1913 beschrieb H. C. WILLIAMSON kleine, weiße Zysten vornehmlich aus Leber, Niere und Muskulatur des Schellfisches (*Gadus aeglefinus* L.), von *Brosmius brosme* Ascanius und *Gadus callarias* L., wußte jedoch nicht, ob er den Organismus zu den Sporozoen oder den Würmern zählen sollte.

E. NERESHEIMER und C. CLODI entdeckten 1914 den Parasiten bei Bachsaiblingen (*Salvelinus fontinalis* (Mitch.)). Sie fanden hüllenlose und mit Wänden versehene Formen in den Eingeweiden, in der Muskulatur, im Gehirn und in den Kiemen. Nie wurde von ihnen dabei ein Befall der Augenlinse, Haut und Knochen festgestellt. Auch sie betrachteten den Erreger, den sie übrigens mit dem von H. C. WILLIAMSON beschriebenen Parasiten als identisch erachteten, für einen Pilz. Beide Forscher weisen ferner auf den Sporozoencharakter der von M. CAULLERY und F. MESNIL 1910 bei Seefischen gefundenen Organismen hin. Sie halten deshalb an dem von M. PLEHN und K. MULSOW geprägten Namen *Ichthyosporidium hoferi* fest.

Ein von A. ALEXEIEFF 1906 beschriebener Parasit aus *Motella mustela* L. wurde von ihm *Ichthyosporidium gasterophilum* genannt und als mit *Ichthyophonus hoferi* identisch betrachtet, jedoch 1916 nach N. SPROSTON (1947) von P. DEBAISIEUX in die Familie *Coelosporidia* eingeordnet.

1920 beschrieb J. JOHNSTONE eine der von M. PLEHN und K. MULSOW ziemlich ähnliche Art bei Makrelen und reihte sie zu den Entomophthoraceen nahe *Conidiobolus* ein. Er betont dabei eine ziemliche Verschiedenheit zu dem von ihm 1906 bei Schollen gefundenen Parasiten.

L. LÉGER und E. HESSE fanden 1923 eine ähnliche Form in der Darmwand und im Lumen von Wildforellen. Sie benannten den gefundenen Erreger *Ichthyophonus intestinalis*. 1927 und 1929 wies L. LÉGER bei Kulturversuchen jedoch

Basidioboluscharakter dieses Parasiten nach. 1924 berichtete er von einem Fund bei der Rutte (*Lota lota* L.) und nannte den Erreger *Ichthyophonus lotae*.

1947 berichtete die Engländerin N. G. SPROSTON in einer umfassenden Arbeit über *Ichthyosporidium*-Befall bei Makrelen (*Scomber scombrus* L.). Sie hatte in dieser Fischart ein geradezu ideales Studienobjekt zur Hand. Die meisten Organe der Makrele schienen einen günstigen Nährboden für diesen Organismus darzustellen, was sich in üppigem Wachstum und zahlreichen Vermehrungsformen kundtat. Mit Ausnahme des Zentralnervensystems, der Oberhaut und der Keimdrüsen hatte sich der Parasit in sämtlichen Organen angesiedelt. Alle bisher bekannten Stadien konnten beobachtet werden. Auf Grund ihrer Untersuchungen kam sie zu dem Schluß, daß es sich hier um einen zu den Entomophthoraceen gehörenden Pilz handelt. Sie ordnet ihn den Phycomyceten zu und benennt den Organismus *Ichthyosporidium hoferi* (PLEHN et MULSOW) PETTIT, 1913.

Die beiden Amerikaner L. W. SCATTERGOOD und C. J. SINDERMAN berichteten 1954 vom seuchenartigen Auftreten eines ähnlichen Parasiten in Heringen von der Atlantikküste der USA. Sie fanden Hyphenkörper, Sporen und aus diesen auskeimende Stadien hauptsächlich im Herz, in der Haut und Muskulatur dieser Fischart und erkannten den gefundenen Erreger ebenfalls als *Ichthyosporidium hoferi*.

In Europa wie in Amerika betrachtet man heute allgemein den hier in Frage stehenden Parasiten als einen Phycomyceten, einen Algenpilz, mit dem wissenschaftlichen Namen *Ichthyosporidium hoferi* (PLEHN et MULSOW). Einige Autoren wie W. SCHÄPERCLAUS halten jedoch an der alten, von M. PLEHN und K. MULSOW geprägten Bezeichnung *Ichthyophonus* fest.

Die vordem benutzten Gennamen sind heute durch folgende neue Bezeichnungen zu ersetzen (nach H. REICHENBACH-KLINKE, 1954).

| Alte Bezeichnung                                            | Neue Bezeichnung                                            |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <i>Ichthyosporidium gasterophilum</i><br>CAULLERY et MESNIL | <i>Ichthyosporidium gasterophilum</i><br>CAULLERY et MESNIL |
| <i>Ichthyophonus hoferi</i><br>PLEHN et MULSOW              | <i>Ichthyosporidium hoferi</i><br>(PLEHN et MULSOW)         |
| <i>Ichthyophonus intestinalis</i><br>LEGER et HESSE         | <i>Basidiobolus intestinalis</i><br>LÉGER et HESSE          |
| <i>Ichthyophonus lotae</i><br>LÉGER                         | <i>Basidiobolus lotae</i><br>LÉGER                          |
| <i>Ichthyosporidium phymogenes</i><br>CAULLERY et MESNIL    | <i>Glugea gigantea</i><br>THÉLOHAN                          |

Neben *Ichthyosporidium hoferi* (PLEHN et MUSLOW) muß die zweite Art *Ichthyosporidium gasterophilum* CAULLERY et MESNIL aus Seefischen noch bestehen bleiben, weil eventuelle physiologische Unterschiede nicht ausgeschlossen werden können.

Die allein hier aufgeführten Wirtstiere zeigen bei einer nahezu weltweiten Verbreitung die geringe Wirtsspezifität auf, die *Ichthyosporidium* auszeichnet. Die 1954 und 1956 von H. H. REICHENBACH-KLINKE zusammengestellten Wirtstierlisten beinhalten bereits 35 Arten von Meeresfischen und 48 Arten Süßwasserfische, meist verschiedenen Familien angehörend, bei denen dieser Algenpilz festgestellt wurde. Nach W. SCHÄPERCLAUS (1949) gibt es praktisch keine Fischart, die nicht von ihm bedroht ist.

Zählt man weiterhin die verschiedenen Organe auf, in denen *Ichthyosporidium* bisher gefunden wurde, so läßt sich hier eine äußerst geringe Organspezifität feststellen. Mit Ausnahme der Augenlinse, der Oberhaut (Epidermis) und der Knochen ist der Algenpilz praktisch in allen Organen anzutreffen. Bei den einzelnen Wirtstierarten lassen sich zwar immer einige, jedoch von Fall zu Fall verschiedene Organe als parasitenfrei feststellen, was nach N. G. SPROSTON (1947) auf eine gewisse Widerstandsfähigkeit derselben zurückgeführt wird, so daß auch hier für die einzelnen Fischarten keine für den Organbefall gültigen Regeln aufgestellt werden können.

Die vielgestaltigen Wachstums- und Vermehrungsformen, in denen uns die Gattung *Ichthyosporidium* in den verschiedenen Organen von Süß- und Salzwasserfischen entgegentritt, lassen vorläufig keine Rückschlüsse auf etwa bestehende Artunterschiede zu. Sie hängen nach N.G. SPROSTON (1947) von der Wirtsart, der Dichte des infizierten Gewebes und dem Grad seiner Resistenz gegenüber dem Parasiten ab. Bei Überprüfen bisher vorliegender Beschreibungen über Wachstums- und Vermehrungsformen von *Ichthyosporidium* aus Europa und Amerika stellte sie fest, daß praktisch alle in Kalt- und Meerwasserfischen beobachteten Stadien in ihrem Makrelenmaterial anzutreffen waren. Nach Ansicht von H. H. REICHENBACH-KLINKE (1956) tritt dabei in Süßwasserfischen die Sporen- und Hyphenbildung stark in den Hintergrund. N.G. SPROSTON (1947) fand ferner eine Übereinstimmung aller amerikanischen Formen, die sich von den europäischen durch das gleichmäßige Vorkommen einer geradlinigen Plasmateilung in den Schläuchen unterscheiden soll, wobei eine Anzahl wenigkerniger, abgerundeter Gebilde entsteht, die bei Aufplatzen der Hülle füllhornähnlich hervorquellen. Sie äußert zwar die mögliche Zugehörigkeit dieses Parasiten zu einer anderen Art, zieht aber auch hier einen Einfluß des Wirtes auf den Parasiten mit in Betracht.

W. SCHÄPERCLAUS (1953) machte die Beobachtung, daß die in kalten Salmoidengewässern heimische Form sich von dem in unseren geheizten Aquarien lebenden Erreger unterscheidet. Er fand, daß die Vermehrung in Kaltwasserfischen durch Sprossung zahlreicher Keimschläuche, an deren Enden sich der Parasit zu neuen, kleinen Tochterindividuen abrundet, erfolgt, bei der "Warmwasserform" hingegen durch Teilung des größeren Pigmentschollen enthaltenen Plasmas in der Zyste. Die 5  $\mu$  großen Tochterparasiten wandern sodann in einem breiten Keimkanal in das umgebende Gewebe. Auch die von N.G. SPROSTON (1947) in amerikanischen Fischen gefundene, oben beschriebene Vermehrungsform, weist eine Ähnlichkeit mit dieser Fortpflanzungsart auf.

Bei einer Zusammenstellung beobachteter Wachstumsstadien aus Süß- und Meerwasserfischen ergibt sich nach H. H. REICHENBACH-KLINKE (1950), W. SCHÄPERCLAUS (1953) und N.G. SPROSTON (1947) somit folgendes Bild:

| "Meeresform"                                        | "Warmwasserform"                                                                       | "Kaltwasserform"                                                                     |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Encystierte und nichtencystierte Hyphenkörper    | 1. Zysten und Hyphenkörper (Abb. 2 a und 6 a)                                          | 1. Zysten (Abb. 5 a)                                                                 |
| 2. Mutterzysten mit abgekapselten Tochterindividuen | 2. Mutterzysten mit Tochterindividuen                                                  | 2. Zahlreiche, lange Schläuche, an deren Enden sich neue Parasiten bilden (Abb. 1 a) |
| 3. Makrohyphen (Abb. 3 a u. 4 a)                    | 3. Im Thallus gebildete Endoconidien (selten)                                          | 3. Plasma ohne Pigmentschollen                                                       |
| 4. Mikrohyphen                                      | 4. Kurze, dicke Schläuche, aus denen 5 $\mu$ große Plasmodien austreten                |                                                                                      |
| 5. Conidiophoren mit                                | 5. Plasma pigment-schollenhaltig und oft im Zentrum dunkler gefärbt (Abb. 2 a und 6 a) |                                                                                      |
| 6. Conidien und                                     |                                                                                        |                                                                                      |
| 7. Endoconidien                                     |                                                                                        |                                                                                      |
| 8. Sporangien                                       |                                                                                        |                                                                                      |
| 9. Plasma pigment-schollenhaltig                    |                                                                                        |                                                                                      |

Aus der Literatur geht demzufolge hervor, daß man sich durch die Mannigfaltigkeit der Formen und das Auffinden von Seewasserstadien in Süßwasserfischen über bestehende Art- oder Rassenunterschiede noch völlig im unklaren ist. Die unterschiedliche Wachstumsfreudigkeit wird vorerst lediglich auf den Wirt und verschiedene Umwelteinflüsse zurückgeführt. Klarheit kann hier

nur durch zweckentsprechende Übertragungsversuche geschaffen werden.

A. PETTIT gelang es 1911 erstmalig, den Parasiten aus Regenbogenforellen (*Salmo irideus* Gibb.), auf Schleien (*Tinca tinca* L.), Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) und Barsche (*Perca fluviatilis* L.) sowohl durch Verfütterung infektiösen Materials als auch durch einfaches Zusammenwohnenlassen zu übertragen. Er fand in Darm und Faeces 15  $\mu$  große, mit zarter Hülle und bläschenförmigem Kern versehene Gebilde, die im Wasser einen mycelartigen Fortsatz bildeten. Im Blut entdeckte er 10  $\mu$  große Körper, deren Injektion oder Verfütterung bei gesunden Fischen Erkrankung zur Folge hatte.

E. NERESHEIMER und C. CLODI (1914) infizierten erfolgreich Bachsaiblinge (*Salvelinus fontinalis* (Mitch.)) mit pilzdurchsetztem Material aus der gleichen Wirtsart und konnten durch Abtöten der Versuchstiere in gewissen Zeitabständen den vollständigen Lebenszyklus dieses Pilzes festlegen. Nach weniger als 24 Stunden beobachteten sie im Magen 10 - 20  $\mu$  große, hüllenlose, kugelige Gebilde, leere Zystenhüllen und ausschöpfende Keime, 24 bis 72 Stunden später fanden sie amöboidartige, nach dem Gesetz des geringsten Widerstandes sich formende Körper in der Magenwand, Nach 24 bis 72 Stunden waren 5 - 10  $\mu$  große Gebilde im Blut nachzuweisen. Des weiteren konnten nach ca. einer Woche 20 - 24  $\mu$  große Zysten im Herz gefunden werden. Im Gegensatz zu A. PETTIT (1911) gelang es ihnen nicht, durch Injektion von verseuchtem Blut Infektionen zu erhalten. Auch der Versuch, auf andere Fische wie Elritzen (*Phoxinus phoxinus* (L.)), Aitel (*Squalius cephalus* (L.)), Gründlinge (*Gobio gobio* (L.)), Koppen (*Cottus gobio* L.) und Barsche (*Perca fluviatilis* L.) den Parasiten zu übertragen, schlugen fehl. Ein Zusammenhalten von kranken und gesunden Tieren in einem Becken führte ebenfalls zu keinem positiven Ergebnis, obwohl sie eine Verbreitung durch sich von der Darmwand ablosende Zysten und durch Sperma für möglich halten.

F. W. FISH (1934) infizierte Flundern (*Pseudopleuronectes americanus* Walbaum) mit verseuchtem Material aus Heringen und konnte zweimal einen Befall von 20 % bei seinen Versuchstieren feststellen. Versuche mit Heringen (*Clupea harengus* L.) waren durchwegs negativ.

C. J. SINDERMAN und L. W. SCATTERGOOD (1954) infizierten künstlich Heringe (*Clupea harengus* L.) und Fundulus heteroclitus L. mit pilzdurchsetztem Material aus Heringen. Sie erhielten bei einmaliger Fütterung keine positiven Ergebnisse. Bei wiederholten Gaben stellten sie nach frühestens 18 Tagen eine Durchdringung der Darmwand, nach 30 Tagen grobe Anzeichen eines Befalles fest. Trotz Verwendung der gleichen Wirtstierart konnten sie bei Heringen im-

mer nur 3 - 12 % kranke Tiere verzeichnen.

Wie H. H. REICHENBACH-KLINKE angibt, besteht auch eine Infektionsmöglichkeit durch die Verfütterung parasitenhaltigen Copepodenmaterials. Angeregt durch die Beobachtungen von M. W. JEPPE (1937), die diesen Parasiten in der marinen Hüpferlingart *Calanus finmarchicus* Gunn. gefunden hatte, fütterte er 11 junge *Crenilabrus melops* L. 17 Tage lang mit marinen Copepoden, die sich bei der mikroskopischen Untersuchung als z. T. pilzinfiziert erwiesen hatten. Die Sektion am 18. Versuchstag ergab einen Befall von 4 der Versuchstiere mit *Ichthyosporidium*.

1957 infizierte C. J. SINDERMANN erneut Heringe (*Clupea harengus* L.), diesmal mit bestimmten Sporen Mengen und erhielt bei einer einmaligen Verfütterung von  $2 \times 10^5$  Sporen an 50 Heringe wiederum kein positives Ergebnis.

Eine Gabe von  $2 \times 10^5$  Sporen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen führte bei 8 % der Versuchstiere zur Erkrankung.

Eine Verabreichung von mehr als  $2 \times 10^5$  (bis  $4 \times 10^5$ ) Sporen täglich an vier aufeinanderfolgenden Tagen ergab chronische und subakute Erscheinungen. Bei höheren Dosen erhielt er akute Infektionen mit Todesfolge innerhalb eines Monats.

Von 2000 einsömmerigen Heringen, die er mit  $2 \times 10^5$  Sporen an vier aufeinanderfolgenden Tagen gefüttert hatte, waren 23 % der Versuche positiv. Ein Ergebnis, das ihn zu der Annahme verleitet, daß junge Tiere anfälliger sind als ältere. In einer kurzen Notiz (Abstract, 1957) berichtet er ferner von einer künstlichen Infektion bei Goldfischen (*Carassius carassius auratus* L.) mit *Ichthyosporidium*, vermutlich mit Heringsmaterial, ohne jedoch näher darauf einzugehen.

Wie aus der Literatur zu ersehen ist, wurde fast ausschließlich die Kaltwasserform auf Kaltwasserfische, die Seewasserform wieder auf Meeresfische übertragen. Ob *Fundulus heteroclitus* L. in Süß-, Brack- oder Seewasser gehalten, als Versuchstier verwendet wurde, geht leider aus dem Abstract (1957) nicht hervor. Welche Wachstumsstadien ferner im Goldfisch angetroffen wurden, ist der genannten Veröffentlichung ebenfalls nicht zu entnehmen.

### III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

#### A. Material und Methodik

Die Versuchstiere setzten sich aus verschiedenen Vertretern von See- und Süßwasserfischen zusammen, bei denen oder deren verwandten Arten laut Literaturangabe schon einmal Erkrankung durch die Algenpilzgattung *Ichthyosporidium* nachgewiesen wurde.

An Meeresfischen wurde eine Lippfischart (*Crenilabrus quinquemaculatus* Risso) sowie eine Schleimfischart (*Blennius pavo* Risso), beide an der jugoslawischen Adria vom Verfasser selbst erbeutet, zu Versuchszwecken herangezogen.

Die für *Ichthyosporidium* sehr anfälligen, hochgezüchteten Schleierkampffische (*Betta splendens* Regan) kamen als Warmwasserfische zur Verwendung.

Als Kaltwasservertreter standen Goldfische (*Carassius carassius auratus* L.), Plötzen (*Rutilus rutilus* L.), Rotfedern (*Scardinius erythrophthalmus* L.) und Barsche (*Perca fluviatilis* L.) zur Verfügung.

Zu den Versuchen wurden insgesamt 28 Fische verwendet, die sich aus 6 Meeresfischen und 22 Süßwasserfischen (16 Kaltwasser- und 6 Warmwasservertreter) zusammensetzten. Ausgedehntere Untersuchungen waren durch die schwierige Beschaffung von einwandfreiem und reichhaltigem Pilzmaterial leider nicht möglich.

Die Versuchs- bzw. Kontrollbehälter setzten sich aus Vollglasbecken und Rahmenaquarien zusammen. Erstere dienten Seewasserversuchen, letztere waren für Süßwasserfische bestimmt.

Zur Aufstellung kamen die 12 - 17 l fassenden Behälter in einem kühlen und nur matt erhellten NO-Zimmer.

Die Süßwasserbecken entbehren jeglicher Einrichtung an Bodengrund und Pflanzen, in die Seewasseraquarien wurden lediglich einige Dolomitfelsen als Versteckmöglichkeiten gegeben.

Aufgefüllt wurden die für Süßwasserversuche bestimmten Behälter mit normalem Münchener Leitungswasser, das, mit Durognost gemessen, eine Härte von 15°dH aufwies.

Zum Ansetzen des Seewassers diente das käufliche Meersalz Marke "Pantosol"

das in reinem Leitungswasser aufgelöst wurde. Die Dichte wurde mit einem geeichten Araeometer für Seewasseraquaristik auf 1,028 eingestellt.

Die Temperatur, gemessen mit speziell geeichten Aquarienthermometern, schwankte während der Versuchszeit in den See- und Kaltwasserbecken zwischen 10° und 16°C. Bei den Warmwasserbecken wurde die Temperatur mittels eines an einen Delu-Thermostat angeschlossenen 30 W-Delu-Heizers auf 20° ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) C eingestellt.

Die Hälterung der Versuchstiere erfolgte bis zu Versuchsbeginn in den Kontrollbecken unter den oben geschilderten Verhältnissen.

Die dunkle Aufstellung der Aquarien sowie ein oft zweimonatiger Aufenthalt der Tiere vor Benutzung zu Versuchszwecken sollte zu einer möglichst hohen Beanspruchung der Abwehrkräfte führen. Die kühle Haltung der Meer- und Kaltwasserfläche, besonders während der Sommermonate, sollte weitgehend dem Wachstumsoptimum des Parasiten, das mit + 10°C angegeben ist, entsprechen.

Gefüttert wurden die Fische vor und während der Versuche bei künstlicher Beleuchtung mit einer 15 W-Glühlampe ausschließlich mit Tubificiden, die bereits zwei und mehr Wochen in einem dunklen Raum fließendem Wasser ausgesetzt waren. Hiermit sollte, durch vitaminarme Nahrung, eine weitere Verminderung der Abwehrkräfte vor Versuchsbeginn erreicht werden. Die Beleuchtung wurde nach der Futteraufnahme wieder abgeschaltet.

Bis auf die Seewasserbecken, die mit einer Membranpumpe Marke "Esteso" leicht durchlüftet wurden, entbehrten die übrigen Behälter jeglicher Filterung und Durchlüftung.

Die Wassermenge pro Fisch war so einreguliert, daß auf einen 6 cm langen Fisch etwa 3 l Wasser kamen, bei größeren Exemplaren entsprechend mehr, bei kleineren weniger.

Die Behälter waren mit Deckscheiben so abgedeckt, daß sie einen Durchzug und somit einen Gasaustausch zwischen Luft und Wasser ermöglichten.

Zu Versuchsbeginn kam eine der Menge des vorhandenen Infektionsmaterials entsprechende Anzahl von Fischen in die vorbereiteten Versuchsbecken. War das Material reichlich und mit zahlreichen Pilzstadien durchsetzt, so konnte eine größere Anzahl von Versuchstieren herangezogen werden. Standen mir jedoch nur kleine Mengen, die noch dazu nur einzelne Zysten enthielten, was

meistens der Fall war, zur Verfügung, so mußte ich mich auf ein oder zwei kleine Versuchsfische beschränken.

Da nach Untersuchungen von E. NERESHEIMER und C. CLODI (1914) die Übertragung von Fisch zu Fisch ohne Einschaltung eines Zwischenwirtes durch Aufnahme von Pilzstadien erfolgen kann, wurde das aus pilzverseuchten Organen bestehende Material aus ichthyosporidienkranken Fischen per os, also durch Verfütterung, verabreicht.

Die von H. REICHENBACH-KLINKE (1956) und anderen Autoren erwähnte Möglichkeit, über infizierte Copepoden oder Daphnien, die den Erreger aufgenommen haben, eine Übertragung zu erreichen, wurde nicht berücksichtigt, zumal der Parasit noch nie in Süßwasserkrebsen gefunden wurde.

Meist war das Material, als es in meine Hände gelangte, schon leichten Verwesungsvorgängen unterworfen, die bei der Süßwasserform von *Ichthyosporidium* nach E. NERESHEIMER und C. CLODI zu einem Absterben des Pilzes führen. Deshalb wurde eine schnelle, einmalige Verfütterung entgegen den Erkenntnissen von C. J. SINDERMANN (1957) für zweckmäßiger erachtet und durchgeführt. Es wurde dabei neben den oben erwähnten Gesichtspunkten noch darauf geachtet, daß die einzelnen Versuchstiere möglichst viel infiziertes Material, praktisch bis zur Sättigung, aufnehmen konnten.

14 Tage vor Beendigung der Versuchszeit wurden die Hälterungsbedingungen dadurch verschlechtert, daß durch Wasserminderung und dichtes Auflegen der Deckscheiben ein Sauerstoffmangel hervorgerufen wurde, der die Tiere veranlaßte, oft luftschnappend an die Oberfläche zu kommen. Bei den Kampffischen als Labyrinthatmer entfiel dieses Moment; dafür wurde die Wasserwärme auf 18<sup>0</sup> C, der für sie annähernd gerade noch zuträglichen Minimaltemperatur, gesenkt. In den Seewasserbecken wurde lediglich die Durchlüftung abgeschaltet, da Meeresfische, besonders Mittelmeertiere, nach eigenen Erfahrungen ohnehin sehr anfällig gegen Sauerstoffmangel sind.

Diese Maßnahmen machten nun eine öftere, tägliche Kontrolle notwendig, um eventuell vor Ende der Versuchszeit gestorbene Fische nicht zu übersehen.

Eine Organmanifestation von *Ichthyosporidium* erfolgt nach E. NERESHEIMER und C. CLODI (1914) bei Kaltwasserfischen nach 14, bei Meeresfischen nach C. J. SINDERMANN (1954) nach 30 Tagen p. i. . Aus diesem Grunde betrug

Die Versuchsdauer mindestens 1 Monat. Darüber hinausgehende Versuchszeiten sollten lediglich der Erfassung von Wachstums- und Vermehrungsformen dieses Algenpilzes dienen.

Nach Ablauf der Versuchszeit wurden die Versuchsfische zusammen mit einem oder zwei Kontrollexemplaren durch einen Schlag auf den Kopf abgetötet. Die Tiere wurden in eine Sezierschale gelegt und eine Eröffnung der Körperhöhle von der linken Seite her in der allgemein üblichen Weise vorgenommen. Die nunmehr freiliegenden Leibeshöhlenorgane wurden sodann vorsichtig einzeln herausgelöst, stückweise oder im ganzen, je nach Größe, auf Objektträger gelegt und durch Auflegen von Deckplättchen Quetschpräparate angefertigt, die unter dem Mikroskop maeanderförmig auf vorhandene Pilzstadien durchgemustert wurden. Zur Untersuchung des Gehirnes wurde das Zentralnervensystem durch zweckentsprechende Schnitte freigelegt, ansonsten in der oben beschriebenen Weise verfahren.

## B. Übertragungsversuche

Es wurden folgende Übertragungsversuche mit der fischpathogenen Pilzgattung *Ichthyosporidium* durchgeführt:

### 1. Übertragung der "Meeresform" (Abb. 3 a und 4 a) auf

- |                     |   |                |
|---------------------|---|----------------|
| a) Kaltwasserfische | } | des Süßwassers |
| b) Warmwasserfische |   |                |

### 2. Übertragung der "Süßwasserform"

- |                    |   |                 |
|--------------------|---|-----------------|
| a) des Kaltwassers | ) | (Abb. 1a u. 5a) |
| b) des Warmwassers |   |                 |
|                    | ) | (Abb. 2a u. 6a) |

### 3. Übertragung der "Warmwasserform" (Abb. 2a und 6a) auf Kaltwasserfische

### 4. Übertragung der "Kaltwasserform" (Abb. 1a und 5a) auf Warmwasserfische

1 a) Übertragung der "Meeresform" auf Kaltwasserfische des Süßwassers  
(8 Versuchsfische)

Versuch I

An 3 Goldfischen (*Carassius carassius auratus* L.) kamen Teile eines stark mit *Ichthyosporidium* verseuchten Anemonenfisches (*Amphiprion percula* Lacépède) zur Verfütterung. Nach 28 Tagen wurden die 3 Versuchstiere nebst zwei Kontrolltieren abgetötet und die einzelnen Organe mikroskopisch untersucht.

Während die Kontrolltiere und 2 Versuchsfische negativ waren, konnte bei einem Goldfischexemplar ein hochgradiger Befall der Ovarien, Leber und Niere mit *Ichthyosporidium* registriert werden.

Es wurden größere und kleinere Hyphenkörper von unregelmäßiger Gestalt, jedoch mit einer unleugbaren Tendenz zur Abrundung und Encystierung gefunden. Das gelblichbraune Plasma schien aus einzelnen, übereinandergelagerten Kügelchen zu bestehen.

In der Niere schwankte die Größe der Hyphenkörper zwischen 50 und 90  $\mu$ . Die bereits eine beginnende Encystierung aufweisenden Formen waren 70  $\mu$  groß.

In der Leber fanden sich nur Anhäufungen von 8 - 10 rundlichen, gelbbraunen, nebeneinanderliegenden Plasmakugeln, die auch z. T. in der Niere beobachtet werden konnten.

Das größte, in den Ovarien gefundene Stadium maß 140  $\mu$ , zeigte jedoch noch keine Neigung zur Abkapselung.

Alle beobachteten Stadien waren von einem etwa die Hälfte des Durchmessers dieser Körper betragenden hellen, gegenüber dem Gewebe mehr oder minder stark begrenzten Hof umgeben.

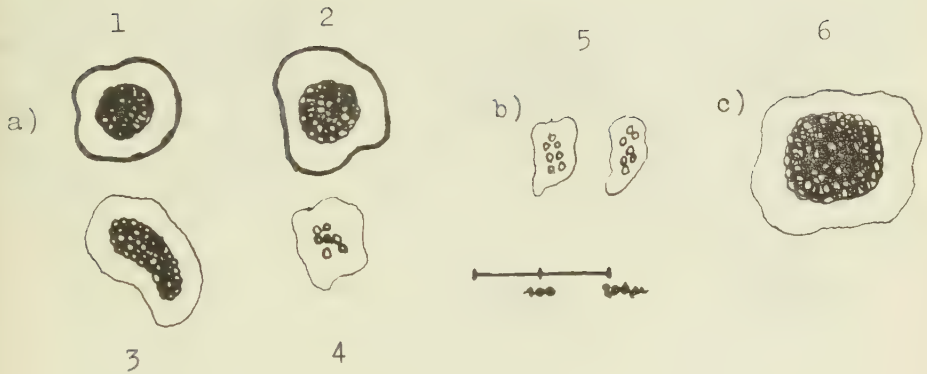


Abb. 1:

Stadien von *Ichthyosporidium hoferi* aus

a) Niere

b) Leber und

c) Ovar eines Goldfisches (*Carassius carassius auratus* L.)

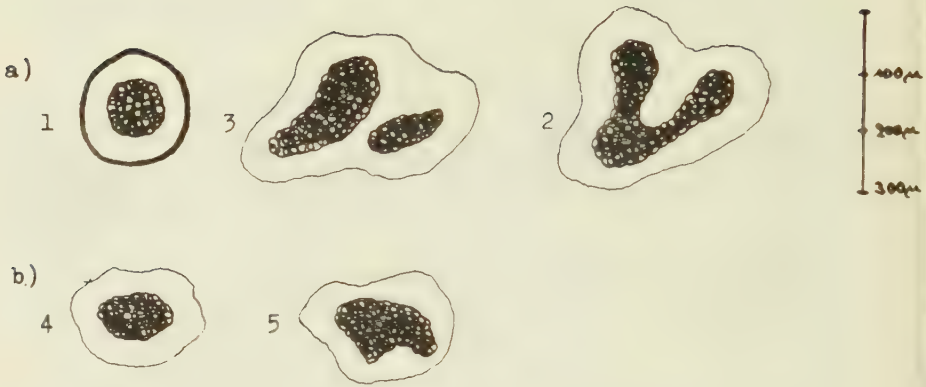
1) und 2) Beginnende Encystierung,

3) bis 6) Hyphenkörper, von einem hellen Hof umgeben.

### Versuch II

4 Plötzen (*Rutilus rutilus* L.), die ebenfalls mit einem an *Ichthyosporidium* erkrankten, zerkleinerten *Amphiprion percula* Lacépède gefüttert waren und ursprünglich zur Erfassung weiter fortgeschrittener Stadien als bei Versuch I dienen sollten, verendeten nach 29 Tagen.

Die mikroskopische Untersuchung ergab bei beiden Versuchstieren einen hochgradigen Befall von Milz und Leber mit *Ichthyosporidium*. In den betroffenen Organen waren wiederum, ähnlich wie in Versuch I, gelblichbraune Körper von ovaler oder unregelmäßiger Gestalt zu finden, die aus einzelnen, übereinandergelagerten Kügelchen zusammengesetzt erschienen. Manche Formen zeigten ausläuferartige Auswüchse, andere wiederum schienen einzelne Plasmakugeln in das umgebende Wirtsgewebe zu schicken. Alle Stadien waren von einem breiten, hellen Hof umgeben, der sich deutlich vom dunklen, umgebenden Organgewebe abhob. Bei dem abgerundeten Körper schien eine beginnende Encystierung stattzufinden.



**Abb. 2:**

Stadien von *Ichthyosporidium hoferi* (PLEHN et MULSOW) aus

a) Milz und

b) Leber einer Plötze (*Rutilus rutilus* L.)

1) Sich encystierender Hyphenkörper

2) Ausläufer treibender Hyphenkörper

3) bis 5) Hyphenkörper, von einem hellen Hof umgeben.

### Versuch III

Ein Flußbarsch (*Perca fluviatilis* L.), der mit pilzhaltigen Organen aus einem Anemomenfisch (*Amphiprion percula* Lacépède) gefüttert worden war, wies nach 50 Tagen bei mikroskopischen Untersuchungen zahlreiche Zysten von *Ichthyosporidium* in der Leber auf. Das Plasma zeigte eine gleichmäßige Verteilung ohne nähere Differenzierung.

1 b) Übertragung der "Meeresform" auf Warmwasserfische des Süßwassers  
(3 Versuchsfische)

### Versuch I

Drei Kampffische (*Betta splendens* Regan) wurden mit den *ichthyosporidium*-infizierten, inneren Organen aus einem *Amphiprion percula* Lacépède gefüttert. Nach 28 Tagen erfolgte die Abtötung der Versuchs- und zweier Kontrolltiere. Während die Kontrollfische und ein Kampffischweibchen der Versuchsreihe negativ waren, konnten vereinzelt bei den zwei übrigen Versuchsfischen in der Leber aus übereinan-

dergelagerten Plasmakugeln bestehende Hyphenkörper verschiedener Gestalt, sich encystierende Stadien und Zysten beobachtet werden. Die frei im Gewebe liegenden, unregelmäßig geformten Pilzkörper waren von einem hellen, gegenüber dem Organgewebe undeutlich begrenzten Hof umgeben. Die in der Abkapselung stehenden Formen zeigten nicht mehr die vordem deutliche Trennung in einzelne Plasmakugeln. In den Zysten wies das Plasma im Zentrum eine mehr ins Braune gehende Verdunkelung auf. Das daran anschließende, peripher gelegene, gelblichbraune Plasma war undeutlich wabig strukturiert. Eine helle, gegenüber dem Plasma und dem Wirtsgewebe deutlich abgegrenzte Zone schloß sich daran an, wobei es sich um die vom Parasiten gebildete hyaline Hülle handeln dürfte.

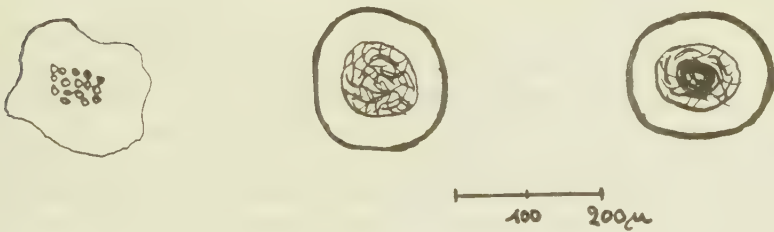


Abb. 3:

Stadien von *Ichthyosporidium hoferi* aus der Leber eines Kampffisches (*Betta splendens* Regan)

Links    Hyphenkörper,  
Mitte    beginnende Encystierung,  
Rechts    Zyste.

2 a) Übertragung der "Kaltwasserform" des Süßwassers auf Meeresfische  
(4 Versuchsfische)

Versuch I

An zwei Schleimfische (*Blennius pavo* Risso) und zwei Lippfische (*Crenilabrus quinquemaculatus* Risso) wurde eine stark mit *Ichthyosporidium* zysten durchsetzte Leber eines großen Goldfisches verfüttert. Nach 30 Tagen erfolgte die Abtötung der Versuchstiere nebst je einem Kontrolltier. Trotz sorgfältiger, maeander-

förmiger Durchmusterung der Quetschpräparate konnte jedoch in den einzelnen Organen kein Befall mit *Ichthyosporidium* festgestellt werden. Bei einem Lippfischexemplar aus der Versuchsreihe beobachtete ich zwar in der Leber einige gelbbraune Einlagerungen ohne nähere Differenzierung, die jedoch nicht mit Sicherheit als Stadien von *Ichthyosporidium* anzusprechen waren.

Schuld daran mag wohl mit die ungenügende Aufnahme des pilzverseuchten Materials durch die Fische gewesen sein. Da die infizierte Leber bei Erhalt schon leichte Zersetzungserscheinungen zeigte, wurden die einzelnen Stücke von den ansonst nicht futterheiklen Versuchstieren nur ins Maul genommen und dann wieder ausgespuckt.

### 2b) Übertragung der "Warmwasserform" des Süßwassers auf Meeresfische (2 Versuchsfische)

#### Versuch I

Bei einem von zwei zu dieser Versuchsreihe bestimmten Lippfischen (*Crenilabrus quinquemaculatus* Risso), die mit zahlreich *Ichthyosporidium*stadien aufweisenden, inneren Organen eines Buntbarsches (*Pelmatochromis kribensis* Boulenger) gefüttert waren, konnten nach 30 Tagen p. i. einige wenige Hyphenkörper von meist ovaler Gestalt in der Leber festgestellt werden. Sie setzten sich wiederum aus einzelnen, übereinanderliegenden Plasmakugeln zusammen, die am Rande gelockerter und deutlicher hervortraten als im Zentrum. Auch hier war um die einzelnen Körper eine Aufhellung des Wirtsgewebes zu beobachten.



Abb. 4:

Hyphenkörper von *Ichthyosporidium hoferi* aus der Leber eines Lippfisches (*Crenilabrus quinquemaculatus* Risso)

### 3. Übertragung der "Warmwasserform" auf Kaltwasserfische Anzahl der Versuchsfische: 8

Hierzu mußten zahlreiche Versuche unternommen werden, um festzustellen, ob hier eine Übertragung nicht möglich ist, da alle der anfänglich angestellten Versuche negativ waren.

Folgende Versuche mit ergebnislosem Resultat kamen zur Durchführung:

| Versuch | Anzahl und Art der Versuchstiere |                                | Infektionsmaterial aus          | Versuchsdauer |
|---------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------|
| I       | 1                                | Phoxinus phoxinus L.           | Betta splendens Regan           | 29 Tage       |
| II      | 2                                | Carassius carassius auratus L. | Trichogaster trichopterus Pall. | 28 Tage       |
| III     | 2                                | Carassius carassius auratus L. | Cichlasoma biocellatum Regan    | 31 Tage       |
| IV      | 1                                | Carassius carassius auratus L. | Betta splendens Regan           | 45 Tage       |

#### Versuch V

Der Versuch, eine Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus* L.) mit frischem, ichthyosporidiumhaltigem Material aus einem Blauen Gurami (*Trichogaster trichopterus* Pall.) zu infizieren, ergab 72 Tage p. i. folgendes Bild:

Ausschließlich in der Darmwand konnten 6 Zysten von *Ichthyosporidium* gefunden werden. Ein Exemplar war kugelförmig und zeigte eine gleichmäßige Verteilung des Plasmas im Zentrum. Kapselwand und Plasma trennte eine breite, helle Zone.

Die übrigen 5 Zysten wiesen eine unregelmäßige Gestalt auf.

Eine Parasitenhülle erschien gleichmäßig in die Länge gezogen. Das Plasma in ihr war an einem Ende kugelförmig verbreitert und setzte sich im übrigen Teil der Kapsel als gleichmäßiger, etwas verschmälert und am Ende abgerundeter Schlauch fort.

In einer anderen Zyste zeigte das Plasma wolkige, eine ringförmige Schichtung aufweisende Zusammenballungen.

In den übrigen Zysten erschien das Plasma ebenfalls wolkig gelagert, wenn auch nicht so deutlich wie in dem vorher beschriebenen Fall. Zwischen Kapselwand und Plasma war die besagte helle Zone in gleichmäßiger Ausdehnung zu beobachten.



Abb. 5:

Ichthyosporidiumzysten aus der Darmwand einer Rotfeder  
(*Scardinius erythrophthalmus* L.)

#### Versuch VI

Ein weiterer Versuch, Ichthyosporidium aus Warmwasserfischen auf Kaltwasserfische zu übertragen, verlief positiv bei einem Goldfisch, der mit pilzdurchsetzten, inneren Organen aus einem Cichliden (*Pelmatochromis kribensis* Boulenger) per os infiziert war. Nach 215 Tagen konnten abgekapselte Stadien des Parasiten in Herz, Milz und Leber gefunden werden. Alle Zysten wiesen eine kugelförmige oder ovale Gestalt auf, in deren Zentrum das Plasma in einer leicht wolkigen Anordnung lag.

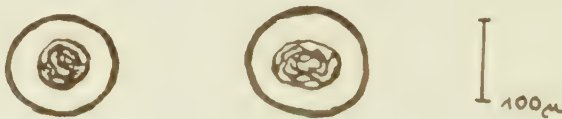


Abb. 6:

Ichthyosporidiumzysten aus der Leber eines Goldfisches (*Carassius auratus* L.)

#### 4. Übertragung der "Kaltwasserform" auf Warmwasserfische

Anzahl der Versuchsfische: 3

#### Versuch I

Zwei 4 cm lange Kampffischweibchen (*Betta splendens* Regan) wurden mit den pilzverseuchten Organen eines an Ichthyosporidium erkrankten Goldfisches gefüttert. 38 Tage p. i. konnten bei einem Versuchstier in der Leber folgende Pilz-

stadien beobachtet werden:

- 1) Runde und oval geformte Zysten
- 2) Mutterparasiten mit Tochterindividuen
- 3) Ein aus der Zyste auskeimendes Stadium
- 4) Frei im Gewebe liegende Hyphenkörper

In den Zysten war das Plasma entweder in gleichbleibender Dichte anzutreffen oder es zeigten sich ein oder mehrere, ex- oder konzentrisch gelegene, rundliche Plasmaverdichtungen, die sich, dunkler gefärbt, vom übrigen Protoplasma deutlich abhoben. Letzteres Stadium konnte ich besonders in den mehr ovalen Zysten beobachten.

Es stellt wahrscheinlich eine Überleitung zu 2) dar, wie eine Zwischenform annehmen läßt. In einer Zyste waren 3 dunkler gefärbte, oben beschriebene Zonen zu bemerken, um die sich das übrige Plasma in ringförmiger Anordnung herumgelegt hatte.

In den beobachteten Mutterzysten lagen neben normalen Plasmaeinlagerungen verschieden große, mit einer primären Zystenhülle versehene Tochterparasiten von unterschiedlicher Ausdehnung. Das Protoplasma in ihnen wies eine fast schwarzbraune Färbung auf.

Nur ein auskeimendes Stadium konnte beobachtet werden. Eine Zyste ließ zwei Ausbuchtungen erkennen, in die sich das gelblichbraune Plasma in kurzen Ausläufern eingeschoben hatte; das Vorhandensein zweier dunkler Zonen deutet jedoch eher auf die Möglichkeit einer Tochterparasitenbildung in der Zyste hin.

Im anderen Fall war ein Austreten des Parasiten aus der Zyste in zwei kurzen Schläuchen zu erkennen. Das Plasma hatte die es umgebende Hülle in breiter Linie gesprengt und begann in zwei, in der Zyste noch zusammenhängenden Ausläufern in das benachbarte Gewebe einzudringen.

Ab und zu fanden sich ferner im Lebergewebe aus einzelnen Plasmakugeln zusammengesetzte, traubenförmige Hyphenkörper.



Abb. 7: Stadien von *Ichthyosporidium hoferi* aus der Leber eines Kampffisches (*Betta splendens* Regan)

- 1) und 2) Zysten mit und ohne zentraler Plasmaverdichtung
- 3) Tochterparasitenbildung in der Mutterzyste
- 4) Encystierte Tochterindividuen in der Mutterzyste
- 5) Zyste mit ausläuferartigen Ausbuchtungen und Plasmaverdichtungen
- 6) Aus der Zyste ausschlüpfender Parasit

## Versuch II

Ein sehr eigenartiges mikroskopisches Bild bot sich in den Organen eines Kampffisches (*Betta splendens* Regan), der mit einer ichthyosporidiumhaltigen Leber aus einem Ukelei (*Alburnus alburnus* L.) gefüttert worden war. Das Versuchstier verwendete 86 Tage p.i.. Sein Leib zeigte eine bauchwassersuchträhnliche Auftreibung. Bei der Sektion war ein Erguß in die Bauchhöhle festzustellen. Die seröse Auskleidung der Leibeshöhle wies eine starke Injizierung der Gefäße auf. Die Leber schien auf etwa das Doppelte ihrer normalen Größe angeschwollen.

In der Leber, Milz, im Herz und Zentralnervensystem konnten zahlreiche, ovale, gelbbraun gefärbte Körper mit einer deutlichen Begrenzung gegenüber dem umgebenden Gewebe festgestellt werden. In ihnen befanden sich wiederum kleine, kugelige Gebilde mit einem braunen Zentrum. Einzelne dieser, durch eine dunkle Randzone gekennzeichneten Gebilde lagen dicht an, auf oder außerhalb der Grenzlinie des großen Körpers. Eines dieser kugelförmigen Stadien schien dabei nach seinem Austritt aus dem großen Parasiten eine seiner Ausdehnung entsprechende Einkerbung zurückzulassen. An einem mehr länglichen Exemplar konnte die Auswanderung einer größeren Anzahl dieser winzigen Gebilde beobachtet werden, die

im übrigen schon in stattlicher Menge das noch gesund erscheinende Organewebe durchsetzt hatten.

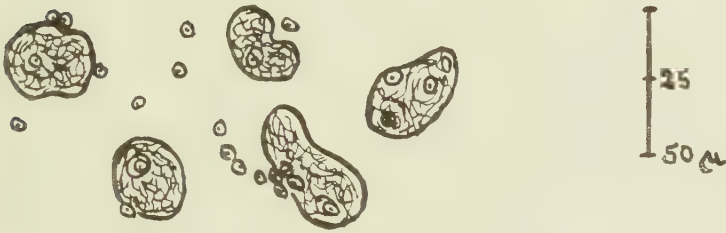


Abb. 8:

Hyphenkörper und Endoconidien von *Ichthyosporidium hoferi* aus der Leber eines Kampffisches (*Betta splendens* Regan)

- 1) Hyphenkörper
- 2) Endoconidien

#### IV. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Die Übertragung der "Meeresform" von *Ichthyosporidium* auf Kaltwasserfische des Süßwassers verlief in drei Viertel der Fälle positiv, d. h. von 8 Versuchsfischen waren 6 Exemplare mit diesem Algenpilz infiziert. Die dabei sowohl im Goldfisch wie in Plötzen nach einer Versuchsdauer von 28 bzw. 29 Tagen gefundenen Stadien lassen eine völlige Übereinstimmung in der Wachstumsform erkennen, womit ihre Herkunft aus dem Infektionsversuch gesichert sein dürfte. In beiden Fällen konnten in Ausdehnung begriffene Hyphenkörper beobachtet werden, die sich bei einer bestimmten Größe abzurunden und abzukapseln begannen. Um die einzelnen Pilzthalli waren helle Zonen, die wahrscheinlich auf den Einfluß des Parasiten zurückzuführen sind. Die in der Leber eines Flußbarsches nach 50 Tagen p. i. beobachteten, zahlreichen Zysten erinnerten in ihrem Erscheinungsbild an die "Kaltwasserform".

Es konnte somit experimentell nachgewiesen werden, daß der wahrscheinlich ursprünglich marine Parasit auch in Tieren des Süßwassers zu leben vermag, mithin also die "Süßwasserform des Kaltwasserfisches" zumindest in die Variationsbreite der "Meeresform" gehört.

Mit dieser Übertragung der "Meeresform" auf Kaltwasserfische des Süßwassers wird somit die bereits von E. NERESHEIMER und C. CLODI 1914 geäußerte Vermutung bestätigt, daß dieser Algenpilz durch die Verfütterung ungenügend gekochten Seefischfleisches in Teichwirtschaften eingeschleppt werden kann.

Die Übertragung der "Meeresform" auf Warmwasserfische des Süßwassers, speziell Kampffische, führte ebenfalls bei zwei Dritteln der Versuchsfische zu Erkrankungen, d. h. zwei von drei Exemplaren erwiesen sich als infiziert. Hier war nach vierwöchiger Versuchsdauer ein fortgeschrittenes Stadium zu beobachten. Neben in Abkapselung begriffenen Hyphenkörpern fanden sich bereits mehr oder weniger stark von einer primären Zystenhülle umgebene Formen. Die Unterteilung in einzelne Plasmakugeln verschwamm mehr und mehr und machte einer wabig anmutenden Struktur Platz.

Als ein typisches Erscheinungsbild für die "Warmwasserform" darf dabei das Auftreten eines dunkler gefärbten Zentrums gegenüber der übrigen Plasmamasse angesehen werden, wie es einzelne, mit einer gut sichtbaren Kapsel ausgestattete Zysten aufwiesen. Als Ergebnis ist das Gleiche zu verzeichnen, wie es im Fall "Meeresform" - "kaltes Süßwasser" eintrat; morphologische

und physiologische Unterschiede bestehen nicht.

Der Versuch, die "Warmwasserform" in die "Meerwasserform" überzuführen, verlief zu 50 % positiv. Das eine der beiden, zu dieser Versuchsreihe benützten Lippfischexemplare wies in der Leber einige wenige Hyphenkörper auf.

Der Versuch, Ichthyosporidium aus Kaltwasserfischen auf vier, zwei verschiedenen Familien angehörende Mittelmeerfischarten zu übertragen, verlief negativ. Das liegt nach meinem Dafürhalten jedoch nicht an der Unmöglichkeit, die "Süßwasserform" in die "Meerwasserform" umzuwandeln, wie die Übertragung der "Warmwasserform" auf Meeresfische beweist, sondern an der bereits erwähnten, ungenügenden Aufnahme des infizierten Materials durch die Versuchstiere. Auf Grund verschiedener Beobachtungen ist dies negative Ergebnis evtl. darauf zurückzuführen, daß dem "Empfänger" die erforderliche "Disposition" fehlte. Das Ergebnis könnte auch so gedeutet werden, daß die "süßwasseradaptierten Rassen" von Ichthyosporidium hoferi (Plehn et Mulsow) sich bereits soweit von der Ausgangsform entfernt haben, daß sie zumindest nicht mehr ohne weiteres auf Salzwasserfische übertragbar sind. Beweise lassen sich natürlich für eine solche Theorie nicht erbringen. Daß jedoch u. U. eine Infektion von Seefischen mit parasitärem Süßwassermaterial möglich ist, möchte ich durch folgende Beobachtung belegen:

Ich kann mich in dieser Hinsicht noch gut an eine etwa 10 cm lange Scorpaena porcus L. erinnern, die ich vor ca. 4 Jahren gepflegt und aus Billigkeitsgründen mit Kaltwasserfischen (Goldfischen (*Carassius carassius auratus* L.), Goldorfen (*Idus idus* L.) und Bitterlingen (*Rhodeus amarus* Bloch)) gefüttert hatte. Als dieser Drachenkopf nach einigen Monaten einging und ich den Fisch seziierte, konnten zahlreiche, heute leider nicht mehr genau rekonstruierbare Stadien von Ichthyosporidium in der Leber gefunden werden.

Ich möchte aus diesem Grund eine Übertragung der "Kaltwasserform" auf Meeresfische ebenfalls für möglich erachten. Dafür sprechen auch sämtliche anderen positiven Übertragungsmöglichkeiten.

Die Übertragung der "Warmwasserform" von Ichthyosporidium auf Kaltwasserfische des Süßwassers verlief nach anfänglichen Mißerfolgen, die meines Erachtens auf eine schnellere, durch die hohe Hälterungstemperatur bei tropischen Fischen bedingte Zersetzung des Materials und eine damit verbunde-

ne Schwächung des Parasiten zurückzuführen sein dürften, positiv bei zwei von 8 Versuchstieren, also 25 %.

Die nach Verfütterung von frischem Infektionsmaterial in einer Rotfeder und einem Goldfisch gefundenen Zysten von *Ichthyosporidium* erinnern dabei in ihrer undifferenzierten, gleichmäßig gelblichbraun gefärbten Plasmastruktur stark an die "Kaltwasserform".

Die Versuche einer Übertragung der "Kaltwasserform" auf Warmwasserfische des Süßwassers waren positiv in zwei Drittel der Fälle, d.h. in zwei von drei Versuchsfischen, konnte *Ichthyosporidium* nachgewiesen werden. Bei einem Exemplar war eine deutliche Ausprägung der Wachstumsformen dieses Algenpilzes zu beobachten, wie man sie in tropischen Fischen zu finden pflegt. Eine Einlagerung von dunkelbraun-schwarzen Pigmentkörpern im Plasma, wie sie W. SCHÄPERCLAUS (1953) in seiner Systematik bei älteren, encystierten Parasiten aus tropischen Süßwasserfischen angibt, konnte ich zwar in den erst einige Tage alten Zysten nicht entdecken. Das dunkler gefärbte Plasmazentrum und die Ausbildung von encystierten Tochterparasiten in der Mutterzyste sind jedoch typische Wachstumsstadien von *Ichthyosporidium* in Warmwasserfischen, wie Abbildungen aus Veröffentlichungen verschiedener Autoren (W. SCHÄPERCLAUS (1953), H. H. REICHENBACH-KLINKE (1957)) zu entnehmen ist. Im Gegensatz zu W. SCHÄPERCLAUS (1953), der das Auskeimen des Pilzes in einem einzigen, breiten Keimkanal als Charakteristikum bei tropischen Süßwasserfischen bezeichnet, geschah dies in meinem Versuchsmaterial in zwei dicken Ausläufern. Das Plasma zeigte nur undeutlich und verschwommen den nach W. SCHÄPERCLAUS (1953) für dieses Vermehrungsstadium charakteristischen Zerfall in einzelne Plasmodien. In dieser Beziehung erinnert dieses in meinem Fall beobachtete Auskeimen an die Form wie wir es von Kaltwasserfischen her kennen.

Wie in einem zweiten Versuchstier, auch einem Kampffisch, beobachteten Stadien erwecken in ihrer Erscheinungsform den Eindruck von Pilzkörpern, die sich auf die Ausbildung von Endoconidien spezialisiert haben. H. REICHENBACH-KLINKE (1956) fand diese Vermehrungsart ebenfalls bei *Betta splendens* Regan. Die Sporen wurden an der Peripherie des Mutterthallus gebildet, wobei Sporenketten entstanden.

Einen in dieser Hinsicht ähnlichen Fall konnte ich, wie aus der Abbildung 8 zu sehen ist, auch in meinem Material beobachten. Da diese Endoconidienbildung aus dem Hyphenkörper selbst, außer bei Meeresfischen, bis jetzt nur bei Warmwasserfischen des Süßwassers gefunden wurde, möchte ich diese ve-

getative Vermehrungsart mit als Charakteristikum für die Warmwasserform von *Ichthyosporidium* speziell bei Kampffischen ansehen. Die in den Pilzkörpern selbst gefundenen, mit einem vollständigen oder teilweisen, hellen Hof umgebenen, runden Gebilde sind meiner Meinung nach Sporen, die bei der Anfertigung des Quetschpräparates durch ihre Häufigkeit in dem befallenen Gewebe unbeabsichtigt wieder in die Thalli zu liegen kamen. Im übrigen schien der Prozeß der Endoconidienbildung bereits zum Stillstand gekommen zu sein.

Die Ergebnisse meiner Übertragungsversuche lassen deutlich erkennen, daß es sich bei *Ichthyosporidium hoferi* um eine einzige Art handeln muß, die pathogen für Süß- wie Seewasserrische des kalten wie warmen Wassers ist.

Das aus meinen Zeichnungen ersichtliche Auftreten bestimmter vegetativer Vermehrungsstadien ist in Süßwasserrischen abweichend von Meeresfischen. Dies deutet auf die Ausbildung ökologisch bedingter Wachstumsformen und damit eine Rassenbildung hin. Die hohe Zahl von negativ verlaufenen Infektionen scheint durch die besonderen physiologischen Ansprüche des Parasiten bedingt. Sie war bereits C. J. SINDERMAN 1958 aufgefallen, bei dessen Versuchen sich junge Heringe (23 %) anfälliger erwiesen als ältere Exemplare (8 %). Im übrigen konnte ich bei meinen Versuchen den Eindruck gewinnen, daß zum Entstehen einer positiven Infektion sowohl eine besondere Disposition des Empfängers wie auch eine massive Häufung von Parasitenmaterial erforderlich sind.

Als Schlußfolgerung ergibt sich daraus, daß wir es bei *Ichthyosporidium hoferi* mit einer einzigen Art zu tun haben, die jedoch im Gegensatz zu der Form bei Meeresfischen im Süßwasser ökologischbedingte Varianten entwickeln kann; eine Rassenbildung ist damit anzunehmen. Die Übertragung von Fisch zu Fisch ist sowohl aus Meerwasser in Süßwasser wie umgekehrt möglich, auch bei unterschiedlicher Umgebungstemperatur. Mag der Übergang eines Parasiten vom Salz- ins Süßwasser zunächst auffallend erscheinen, so sei darauf hingewiesen, daß dies auch bei anderen Fischparasiten der Fall ist. Der Ciliat *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet kommt ebenfalls in beiden Wasserarten vor, auch der Aal bringt seine Parasiten aus dem Meer ins Süßwasser. Ist vielleicht die letztgenannte Erscheinung nicht bemerkenswert, weil sich ja die Alkalität des Mediums, des Fischdarmes, nicht ändert, so ist bei den beiden anderen Parasiten der Einfluß des Wassers sehr bedeutend. Bei *Ichthyosporidium hoferi* müssen auch außerwirtliche Stadien existieren, die somit eine erhebliche Euryhalinität aufweisen.

## V. ZUSAMMENFASSUNG

1. Zur Lösung der Frage von Art- und Rassenunterschieden bei der fischpathogenen Pilzgattung *Ichthyosporidium* Caullery & Mesnil, 1905 wurden folgende experimentelle Untersuchungen durchgeführt:

I. Übertragung der "Meeresform" auf

- |                     |   |                |
|---------------------|---|----------------|
| a) Kaltwasserfische | } | des Süßwassers |
| b) Warmwasserfische |   |                |

II. Übertragung der "Süßwasserform"

- |                    |   |                  |
|--------------------|---|------------------|
| a) des Kaltwassers | } | auf Meeresfische |
| b) des Warmwassers |   |                  |

III. Übertragung der "Warmwasserform" auf Kaltwasserfische

IV. Übertragung der "Kaltwasserform" auf Warmwasserfische.

2. Als Versuchsfische dienten Blenniiden und Labriden aus dem Mittelmeer, Labyrinthfische als Warmwasser-, Cypriniden und Perciden als Kaltwasservertreter.
3. Die Zahl der Versuchsfische betrug 28 Stück, davon waren 22 Süßwasser- und 6 Meerwasserfische. Die Süßwasserfische setzten sich aus 16 Kalt- und 6 Warmwasserv Vertretern zusammen.
4. In den einzelnen Versuchsreihen verlief die Übertragung der
- a) "Meeresform" auf Süßwasserfische (kalt) zu 75 % positiv  
(8 Versuchsfische)
  - b) "Meeresform" auf Süßwasserfische (warm) zu 67 % positiv  
(3 Versuchsfische)
  - c) "Süßwasserform" (kalt) auf Meeresfische zu 0 % positiv  
(4 Versuchsfische)
  - d) "Süßwasserform" (warm) auf Meeresfische zu 50 % positiv  
(2 Versuchsfische)
  - e) "Warmwasserform" (süß) auf "Kaltwasserform" (süß) zu 25 % positiv  
(8 Versuchsfische)
  - f) "Kaltwasserform" (süß) auf "Warmwasserform" (süß) zu 67 % positiv  
(3 Versuchsfische)  
28 Versuchsfische

5. Aus den Versuchen ergibt sich, daß es sich bei Ichthyosporidium um eine einzige Art handelt, die im Meer- und Süßwasser sowohl bei Kalt- wie Warmwasserfischen vorkommt und zur Rassenbildung neigt.
6. Alle Formen sind ineinander überführbar.
7. Die negativen Ergebnisse werden so erklärt, daß offenbar besondere ökologische Verhältnisse walten müssen, damit ein Auskeimen erfolgt.
8. Die experimentellen Infektionen gelingen in allen Fällen (unter 4) jedoch nur, wenn die Empfänger eine besondere Disposition aufweisen und das infektiöse Material massiv verabfolgt wird.

# VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. ALEXEIEFF, A.: Sur le cycle évolutif d'une Haplosporidie  
(Ichthyosporidium gasterophilum Caullery et Mesnil).  
Arch. Zool. Exp. 54, Notes et Revue, 1914, 30 - 44
2. CAULLERY, M. et MESNIL, E.: Sur des Haplosporidies parasites de poissons marins.  
C. R. Séances et ~~mem.~~ Soc. Biol. 58 (I), 1905,  
640 - 642
3. FISH, F. W.: A fungus disease in fishes of the Gulf of Maine.  
Parasitology 26, 1934, 1 - 16
4. GÄUMANN, E.: Die Pilze.  
Basel 1949
5. HOFER, B.: Eine Salmonidenerkrankung.  
Allg. Fisch.-Ztg. N. F. 8, 1893, 168 - 171
6. HOFER, B.: Eine bisher unbekannte Erkrankung der Kiemen bei  
den Forellen.  
Allg. Fisch.-Ztg. 23, 1898, 256 - 257
7. HOFER, B.: Handbuch der Fischkrankheiten.  
2. Aufl., Stuttgart 1906
8. JEPPE, M. W.: On the protozoan parasites of Calanus finmarchicus  
in the Clyde Sea Area.  
Quart. J. Micr. Sci. 79, 1937, pag. 589 - 658
9. JOHNSTONE, J.: On certain parasites, diseases and abnormal condi-  
tions of fishes,  
Rep. 1913 Lancaster Sea-Fish Labor. 28, 1920, 24 - 33
10. LAVERRAN, A. et PETTIT, A.: Sur une épizootie des Truites.  
C. R. Ac. Sci. 151, 1910, 421 - 423
11. LÉGER, L.: Sur un organisme du type Ichthyophone parasite du  
tube digestif de la Lote d'eau douce.  
C. R. Acad. Sci. 179, 1924, 785 - 787
12. LÉGER, L.: Sur la nature et l'évolution des "spherules" décrites  
chez les Ichthyophones Phycomycètes parasites de  
la truite.  
C. R. Acad. Sci. 184, 1927, 1268 - 1271

13. LÉGER, L. et  
HESSE, E.: Sur un champignon du type *Ichthyophonus* parasite de l'intestin de la truite.  
C.R. Acad. Sci. 167, 1923, 420 - 422
14. MULSOW, K.: Die Taumelkrankheit der Salmoniden.  
Allg. Fisch-Ztg. 36, 1911, 146 - 148
15. NERESHEIMER, E. und CLODI, C.: *Ichthyophonus hoferi* Plehn und Mulsow, der Erreger der Taumelkrankheit der Salmoniden.  
Arch. Protistenk. 34, 1914, 217 - 248
16. PETTIT, A.: A propos du microorganisme producteur de la Taumelkrankheit: *Ichthyosporidium* ou *Ichthyophonus*.  
C.R. Séanc. Soc. Biol. 70, 1911, 1045 - 1047
17. PETTIT, A.: Observations sur l'*Ichthyosporidium* et sur la maladie qu'il provoque chez la truite.  
Ann. Inst. Pasteur 27, 1913, 986 - 1008
18. PLEHN, M.: Über die Drehkrankheit der Salmoniden.  
Arch. Protistenk. 5, 1905, 145 - 166
19. PLEHN, M. et  
MULSOW, K.: Der Erreger der Taumelkrankheit der Salmoniden.  
Ztrbl. Bakteriöl., Parasitenk. u. Infektionskrkh., Abt. I, 59, 1911, 63 - 68
20. REICHENBACH-  
KLINKE, H. H.: Eine schwer erkennbare *Ichthyophonuserkrankung* beim Segelflosser (*Pterophyllum scalare* Cuv. et Val.).  
Die Aqu. Terr. Z. 4, 1951, 39 - 41
21. REICHENBACH-  
KLINKE, H. H.: Maulsperre bei Fischen durch den Pilz *Ichthyosporidium hoferi* (Plehn et Mulsow).  
Giorn. Microbiol. 2, 1955, 111 - 115
22. REICHENBACH-  
KLINKE, H. H.: Untersuchungen über die bei Fischen durch Parasiten hervorgerufenen Zysten und deren Wirkung auf den Wirtskörper.  
I. Z. Fischerei N.F. 3, 1954, 565 - 636  
II. Z. Fischerei N.F. 4, 1955, 1 - 52
23. REICHENBACH-  
KLINKE, H. H.: Augenschäden bei Meeresfischen durch den Pilz *Ichthyosporidium hoferi* (Plehn et Mulsow) und Bemerkungen zu seiner Verbreitung bei Mittelmeerfischen.  
Pubb. Staz. Zool. Napoli 29, Festschr. Dohrn, 1956, 22 - 32

24. REICHENBACH-KLINKE, H. H.: Die Vermehrungsformen des zoophagen Pilzes *Ichthyosporidium hoferi* (Plehn et Mulsow) im Wirt. Veröff. Inst. f. Meeresforsch. Bremerhaven 4, 1956, 214 - 219
25. REICHENBACH-KLINKE, H. H.: Krankheiten der Aquarienfische. Stuttgart 1957
26. ROBERTSON, M.: Notes upon an Haplosporidian belonging to the genus *Ichthyosporidium*. Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh 17, 1908, 175 - 187
27. ROBERTSON, M.: Notes on an *Ichthyosporidium* causing or fatal Disease in Sea-Trout. Proc. Zool. Soc. London 1909, 399 - 402
28. SCATTERGOOD, L. W.: A report in the appearance of the fungus *Ichthyosporidium hoferi* in the herring of the northwestern Atlantic. U. S. Fish Wildl. Ser., Spec. Sci. Rept. 58, 1948, 1 - 33
29. SCHÄPERCLAUS, W.: Die Ichthyophonuserkrankung - eine der größten Gefahren für unsere Aquarienfische. Wchschr. Aqu. Terr. K. 43, 1949, 132 - 136 und 191 - 193
30. SCHÄPERCLAUS, W.: Fortpflanzung und Systematik von *Ichthyophonus*. Die Aqu. Terr. Z. 6, 1953, 177 - 182
31. SCHÄPERCLAUS, W.: Fischkrankheiten. 3. Aufl., Berlin 1954
32. SPROSTON, N. G.: *Ichthyosporidium hoferi* (Plehn et Mulsow, 1911) an internal fungoid parasite of the mackerel. J. Mar. Biol. Ass. Unit. Kingd. 26, 1947, 72 - 98
33. SINDERMAN, C. J. und SCATTERGOOD, L. W.: Diseases of Fishes of the western North Atlantik. II. *Ichthyosporidium* Disease of the Sea Herring (*Clupea harengus*). Maine Dept. Sea and Shore Fish., Res. Bull. 19, 1954, 1 - 40

34. SINDERMAN, C.J.: Diseases of Fishes of the western North Atlantik.  
IV. Fungus Disease and Resultant Mortalities  
of Herring in the Gulf of Saint Lawrence in 1955.  
Maine Dept. Sea und Shore Fish., Res. Bull. 25,  
1956, 1 - 23
35. SINDERMAN, C.J.: Studies of the pathogenicity of *Ichthyosporidium*  
*hoferi*, fungus parasite of fishes.  
J.Parasitol. 43, Abstracts, 1957, 43
36. SINDERMAN, C.J.: An Epizootic in Gulf of Saint Lawrence Fishes.  
Trans. 23. North Am. Wildl. Conf. 1958,  
349 - 360

Für die Überlassung des interessanten und aktuellen Themas sowie für die freundliche Unterstützung bei der Durchführung meiner Arbeit möchte ich an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. H. Liebmann meinen ergebensten Dank aussprechen.

Ebenso danke ich Herrn Privatdozent Dr. H. H. Reichenbach-Klinke für mannigfache Hilfe.

## L e b e n s l a u f

Am 26. Juli 1934 wurde ich als Sohn des Kraftfahrers Hugo Herkner und seiner Ehefrau Ida, geb. Gleichmann, in München geboren. Nach vier Jahren Volksschule besuchte ich die Oberrealschule in München-Pasing und legte im Juli 1955 die Reifeprüfung ab.

Mit dem tiermedizinischen Studium begann ich im Wintersemester 1955/56 in München und beendete es dort im Juli 1960 mit dem Staatsexamen.

